

회전 아크 장치를 이용한 GMAW 용접 신호 분석

Signal Analysis of Rotational Arc Device in GMAW

김지태*, Yong-Hua Shi**, 나석주*

* 한국과학기술원 기계공학과

** South China University of Technology

ABSTRACT High speed rotational arc sensing is an important method to detect the torch deviation during automatic seam tracking of arc welding. In this paper, a mathematic model of high speed rotational arc sensing is analyzed. The simulation results are consistent with the experimental results. The current waveforms at the beginning of the welding are different from those at middle of the welding because of the formation of the weld bead profile. The signal patterns for seam tracking and end-point detection are proposed. A phase shift between the rotation and the current variation is also discovered in the experiments.

1. 서 론

자동 용접 시스템을 구축하는데 있어서 가장 중요한 부분은 용접선 추적 및 용접 끝단부를 감지하는 용접 센서의 개발이라고 할 수 있다. 이런 용접 센서의 민감도와 응답성을 향상 시키기 위한 여러 가지 노력 중에서, 본 연구에서는 회전 아크 장치를 이용한 결과를 제시하려고 한다.

회전 아크 장치는 모터 등을 이용하여 아크 방생 부분을 빠르게 회전 시키는 것으로, 전통적인 위빙(waving)방식이 기계적인 한계로 인해 10Hz 정도가 최대치 인데 반해, 모터를 이용한 회전 아크 장치는 50Hz 까지 회전이 가능한 것으로 알려져 있다[1,2]. 이러한 장점으로 인해 회전 아크 장치 및 회전 아크 센서에 대한 연구는 많은 연구자들에 의해 진행되어, 현재 높은 신뢰 수준을 갖는 회전 아크 장치의 개발이 보고되고 있다[3,4].

본 연구에서는 여기에 더해, 용접 비드의 형상이 회전 아크 센서에 미치는 영향을 분석하고, 실제 실험장치를 구성하여 실험과 비교하였다. 또한 전류 신호를 획득 하는데 있어서 발생할 수 있는 위상 이동에 대해서도 분석을 하려고 한다.

2. 회전 아크 장치의 수학적 모델

Fig.1은 본 연구에서 사용된 필릿 형상에서의 회전 아크 장치의 기하학적 모델링 정의를 나타낸다. 그림에서와 같이 회전 아크 장치는 용접 중에 sine 형태의 전류 파형을 나타내는데, 토치 회전 중심이 용접선과 일치하지 않을 경우 파형의 변화를 보이게 된다.

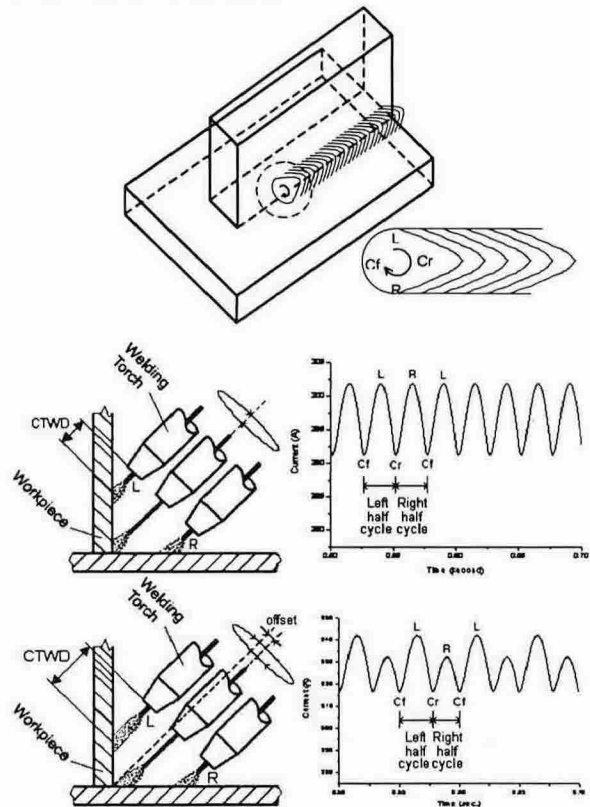


Fig. 1 Geometry of fillet welding with rotating torch and the current signals

Fig.2 는 사용된 GMAW 등가 회로를 나타낸다. 이 등가 회로 모델을 전류 변화 형태를 예측하기 위한 simulation에 사용하였다.

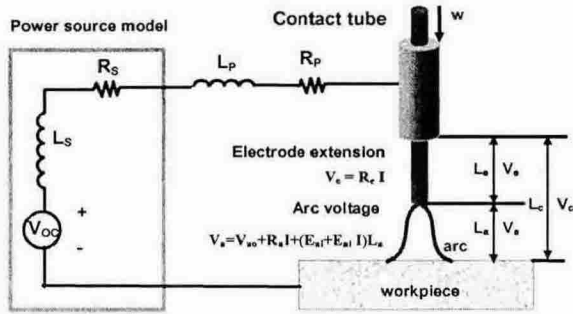


Fig. 2 Equivalent circuit of GMAW system

이 때, fig.3 와 같이 필릿 접합부에서의 비드 형상 모델 형상을 사용하였다. 용융지의 형상은 사면체 형상으로 가정하였으며, 용접 방향으로의 용융지 길이는 그림과 같이 아크 반경으로 모델링 하였다.

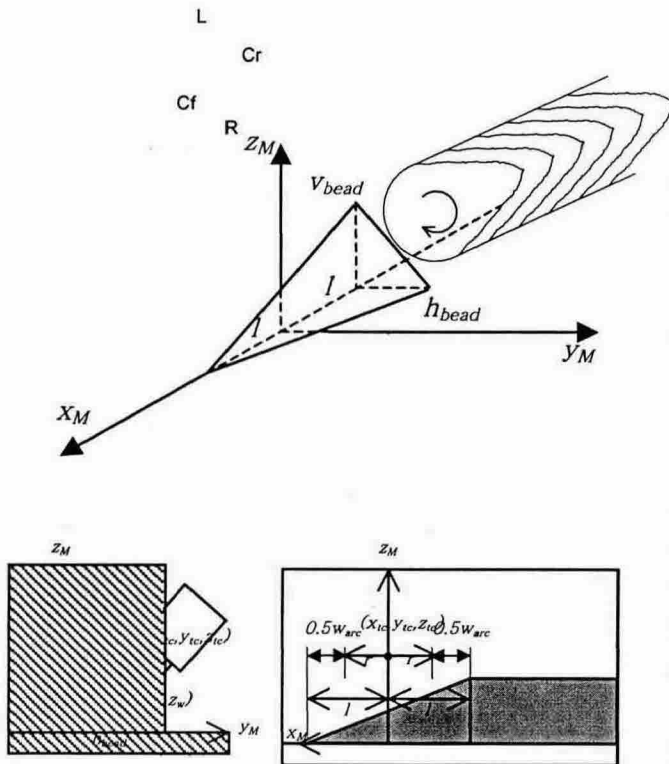


Fig. 3 Coordinates of the weld bead, weld pool and the torch

위 모델을 사용하여 용접 전류, 아크 길이, 그리고 전극 돌출길이를 예측한 결과는 fig.4 에 나타나 있다. 용융지의 영향으로 용접선에서의 전류 파형이 변화된 것을 알 수 있으며, 전극 돌출

길이는 거의 변화가 없음을 할 수 있다. 이는 아크 회전 속도에 따른 와이어의 동적 용융 반응이 빠르게 반응하지 못해서 생기는 것이므로 예측할 수 있다.

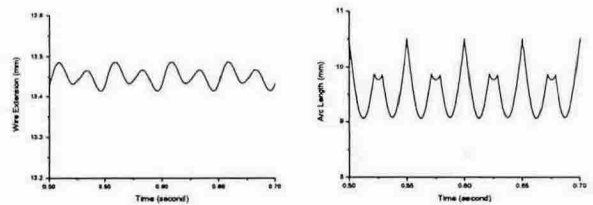
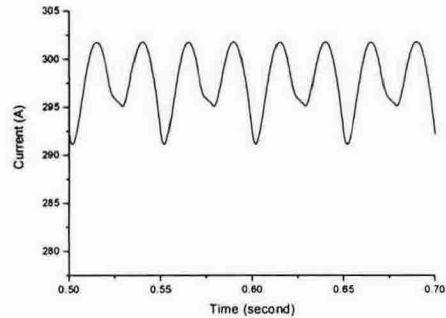


Fig. 4 Simulation of welding current, wire extension and arc length with weld bead profile

3. 실험 결과

실험에 사용된 시스템은 PC에서 사용되는 NI 사의 DAQ 보드를 이용하여 구성하였으며, fig.5 은 그 블록 다이어그램을 나타낸다.

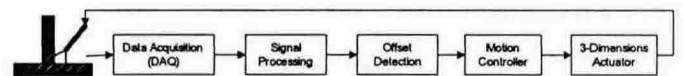


Fig. 5 Block diagram of the seam tracking system with arc sensing

전류 신호는 홀센서를 사용하였으며, 회전에 따른 아크의 위치를 정확히 알아내기 위해 근접센서를 사용하였다. 회전 아크의 회전 속도는 20Hz 였으며, sampling frequency는 5000scans/second로 사용하였다.

Fig.6 는 용접 초기의 전류 파형을 나타낸다. Fig.7 의 파형과 비교해 보면 두개의 최고점이 잘 나타나지 않는 것을 알 수 있는데, 이는 초기에는 용접 비드가 제대로 형성되지 않아 나타나는 현상으로 보인다. 또한 그림에서와 같이 위상 이동이 나타나는 것을 알 수 있는데, 이를 해결하기 위해 실험에서는 두개 사이클의 신호를 한번에 얻어서, 한 개의 완전한 전류 신호를 추출

해 내는 방법을 사용하여 극복하였다.

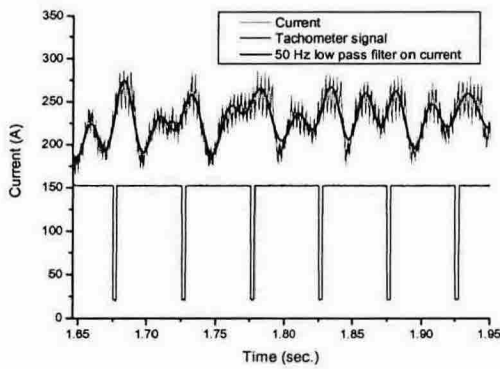


Fig. 6 Current signals at the beginning of the welding

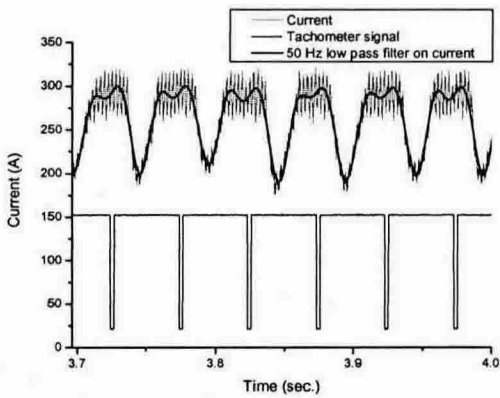


Fig. 7 Current signals during the welding

용접 전류는 각 사이클마다 최고치와 최소치의 차이가 대부분 일정함을 알 수 있는데, 토치가 용접부 끝단에 도착하게 되면 fig.8 과 같이 그 값이 증가하게 되는 것을 관찰할 수 있었다. 이를 이용하여 용접부의 끝단 인식을 성공적으로 수행 할 수 있었다.

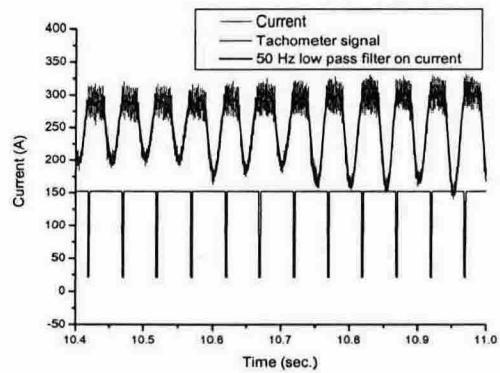


Fig. 8 Current signal at the end point of the fillet joint

4. 결 론

본 연구에서는 용융지의 효과를 고려한 회전 아크 모델을 사용하여 simulation을 수행하였다. 그 결과 각 회전에는 용접 전류값의 최고치가 두 개 존재함을 알 수 있었으며, 최대값과 최소값의 차이는 용접부 끝단에서 증가함을 알 수 있었다.

참고문헌

1. U. Dilthey and J. Gllnick, "Through the arc sensing in GMA-Welding with high speed rotating torch," IEEE, 1998, 0-7803-4503 -7
2. S. K. Jeong, G. Y. Lee and W. K. Lee, et al., "Development of high speed rotating arc sensor and seam tracking controller for welding robots," ISIE 2001, Pusan, Korea
3. C. H. Kim and S. J. Na, "A study of an arc sensor model for gas metal arc welding with rotating arc - Part 1: Dynamic simulation of wire melting," Proc. Instn. Mech Engrs, vol 215, Part B. 2001, pp.1271-1279
4. W. S. Yoo, "A study on sensors for automatic welding of 3-D seam in ship hull assembly," KAIST Ph.D. Thesis, 2004. pp. 93-97